

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10112083  
PUBLICATION DATE : 28-04-98

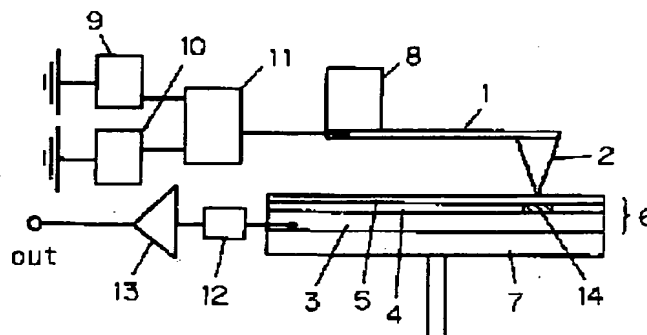
APPLICATION DATE : 07-10-96  
APPLICATION NUMBER : 08265895

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : SAKAKIMA HIROSHI;

INT.CL. : G11B 9/00 G01N 37/00 G11B 9/04

TITLE : INFORMATION RECORDER AND  
INFORMATION RECORDING METHOD



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To perform recording at very high density and high write speed, to reduce the abrasions of a recording medium and a probe and to enhance durability by making the upper-most surface of an information recording medium a diamond thin film or a diamond like carbon thin film and using an AFM technology.

**SOLUTION:** A conductive probe 2 is provided at the top end of a cantilever 1 to be brought into contact with the surface of a recording medium 6 which is constituted by providing an amorphous semiconductor thin film 4 and a diamond thin film 5 on a conductive base 3. In this state, data are recorded by impressing a voltage in between the conductive probe 2 and the diamond thin film 5 of the surface of the recording medium 6. Consequently, the damage of the recording medium 6 due to the abrasion is remarkably improved. Moreover, the abrasion of the probe side is also improved by forming the surface or the whole of the conductive probe 2 with diamond or diamond like carbon.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

This Page Blank (usp<sup>10</sup>)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-112083

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 9/00

G 1 1 B 9/00

G 0 1 N 37/00

G 0 1 N 37/00

F

G 1 1 B 9/04

G 1 1 B 9/04

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-265895

(22) 出願日 平成8年(1996)10月7日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 加道 博行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 楠本 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 横山 和夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

最終頁に続く

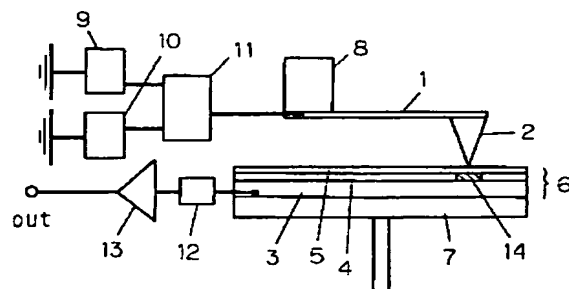
(54) 【発明の名称】 情報記録装置および情報記録方法

(57) 【要約】

【課題】 導電性探針が接触走査中に記録媒体表面を磨耗により損傷させることを防ぎ、さらに書き込みや消去に必要な電圧を低減することができ、耐久性の高い超高密度記録装置および超高密度記録方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 カンチレバー1先端部に設けられた導電性探針2をアモルファス半導体薄膜4とダイヤモンド薄膜5で構成された記録媒体6表面に接触させた状態で、導電性探針2と記録媒体6との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録装置である。

- 1 カンチレバー
- 2 導電性探針
- 3 導電性基体
- 4 アモルファス半導体薄膜
- 5 ダイヤモンド薄膜
- 6 記録媒体
- 7 円盤
- 8 アクチュエータ
- 9 電流電圧電源
- 10 パルス電圧電源
- 11 電圧加算器
- 12 保護抵抗
- 13 電流増幅器
- 14 記録部



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を記録媒体表面に接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録装置であって、前記記録媒体の最表面がダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜で構成されたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項2】記録媒体がアモルファス半導体薄膜を含んだ構成であることを特徴とする請求項1に記載の情報記録装置。

【請求項3】アモルファス半導体薄膜材料が、硫黄（S）、セレン（Se）、テルル（Te）から選ばれる少なくとも1種類を含有しているカルコゲナイド系材料であることを特徴とする請求項2に記載の情報記録装置。

【請求項4】導電性探針の記録媒体との接触部がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボンで構成されたことを特徴とする請求項1に記載の情報記録装置。

【請求項5】記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型であることを特徴とする請求項2記載の情報記録装置。

【請求項6】導電性探針が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成されていることを特徴とする請求項5記載の情報記録装置。

【請求項7】記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、導電型がP型の記録媒体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に前記導電性探針に正の電圧を、消去時には負の電圧を印加し、導電型がN型の記録媒体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に前記導電性探針に負の電圧を、消去時には正の電圧を印加することを特徴とする情報記録方法。

【請求項8】記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、導電型がP型の記録媒体を用いる場合には前記導電性探針に負の電圧を印加した状態で、前記導電性探針を記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ前記導電性探針に正の電圧を印加することによりデータ・ビットをオーバーライトし、導電型がN型の記録媒体を用いる場合には、前記導電性探針に正の電圧を印加した状態で、前記導電性探針

を前記記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ前記導電性探針に、負の電圧を印加することによりデータ・ビットをオーバーライトすることとを特徴とする情報記録方法。

【請求項9】記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、前記導電性探針と前記記録媒体との間に書き込み時と同じ極性の電圧を印加した状態で、前記導電性探針を前記記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、前記導電性探針と前記記録媒体との間に流れる電流を検出して、データ・ビットを再生することとを特徴とする請求項7または8記載の情報記録方法。

【請求項10】アモルファス半導体薄膜材料が、硫黄（S）、セレン（Se）、テルル（Te）から選ばれる少なくとも1種類を含有しているカルコゲナイド系材料であることを特徴とする請求項7または8記載の情報記録方法。

【請求項11】導電性探針の記録媒体との接触部がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボンで構成されたことを特徴とする請求項7または8記載の情報記録方法。

【請求項12】導電性探針が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成されていることを特徴とする請求項7または8記載の情報記録方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、原子間力顕微鏡（以下「AFM」称する）技術を応用した情報記録装置およびそれを用いた情報記録方法に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】現在、実用化されている情報の記録方法の代表例としては、下記に示す4種類の方法が挙げられる。

【0003】まず第1に、磁気テープ、磁気ディスク等の強磁性体微粒子の磁化方向を変化させ、あるいは検出することにより情報の記録、再生を行う磁気記録方法、第2に、光ディスク等のディスク上に形成されたビットをレーザー光を利用してピックアップする光記録方法、第3に磁気カー効果やファラデー効果などの磁気光学効果を有する光磁気膜にレーザー光と外部磁場を利用して記録、再生を行う光磁気記録方法、第4に、結晶相とアモルファス相をレーザー光の熱エネルギーによって制御し、それらの間の屈折率の違いをレーザー光で検出する相変化記録方法である。

【0004】上記の4種類の記録技術はすべて記録密度

の向上を目指しているものであるが、いずれも記録密度の向上に関しては原理的に限界を有している。例えば、第1の方法である磁気記録方法の場合には、磁性材料の磁化状態を利用して記録するために、磁区の微小化と検出信号の微弱化との兼ね合いから記録密度には限界がある。また、第2の方法である光記録方法の場合には、記録、再生できるビット径はレーザー光の集光スポット径に依存するが、このスポット径は、レーザー光の波長により制限される。さらに、第3及び第4の方法である光磁気記録方法、相変化記録方法に関しても、レーザー光を利用して記録を行うために、上記の第2の方法と同様の理由から限界がある。

【0005】以上のような、記録の高密度化への課題を解決するために、近年、走査トンネル顕微鏡（以下「STM」という）やAFMなどの走査型プローブ顕微鏡（以下「SPM」という）技術を応用した超高密度記録方法が提案されている。これは、記録媒体の表面形状に変化を生じさせたり、表面の物理的性質に変化を与えることにより情報を記録するというものである。

【0006】上記したSTMにより記録媒体の表面形状に変化を生じさせたり、表面の物理的性質に変化を与える方法としては、下記に示すような3種類の方法が提案されている。まず第1に、探針を記録媒体に直接押し付ける機械的加工法、第2に、探針と基板との間に強電界を発生させ、探針材料を記録媒体表面に堆積させたり、記録媒体表面から物質を除去する電界蒸発法、第3に、探針と記録媒体との間に電圧を印加し、流れる電流の熱エネルギーを利用して表面状態を変化させる電気的方法などである。また、AFMを用いた記録方法においても、STMの場合と同様な提案がなされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】まず上記したSTMを用いた電氣的な記録方法は、記録密度を $1\text{ Tb/in}^2$ 以上に上げることができるとある点では有望である。

【0008】しかしながら、信号の書き込み、読み出し速度を大きくするには、探針を記録媒体表面からnmのオーダーで離れた位置に高速に高精度で制御する必要があるために実用化の面で問題が多い。また、記録時に探針と記録媒体とが離れているために、比較的大きな電圧を印加する必要があり、探針が破損し易いといった問題点がある。さらに、電気的方法で変化させた表面状態を、トンネル電流を検出して再生する場合、記録媒体表面にそもそも存在する表面の凹凸の情報が検出されるトンネル電流に含まれるために、これらの情報を分離する複雑な操作や装置が必要となる。

【0009】一方AFMを用いた電氣的な記録方法においても、記録密度を $1\text{ Tb/in}^2$ 以上に上げることができるとある点では有望であるものの、探針と記録媒体が接触しているために、記録媒体や探針の磨耗や、書き

込み速度を速くするために、書き込みパルス幅を小さくし、パルス電圧を高くすると探針が破損するといった問題点がある。

【0010】そこで本発明は、上記した従来技術における課題を解決するため、AFM技術を応用し、超高密度で書き込み速度が速く、記録媒体や探針の磨耗が少なく耐久性に優れた情報記録装置およびそれに用いる情報記録方法を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の情報記録装置は、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を記録媒体表面に接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録装置であって、前記記録媒体の最表面がダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜で構成されたものである。

【0012】また、本発明の情報記録装置においては、記録媒体がアモルファス半導体薄膜を含んだ構成であることが好ましい。

【0013】また、アモルファス半導体薄膜材料が、硫黄(S)、セレン(Se)、テルル(Te)から選ばれる少なくとも1種類を含有しているカルコゲナイド系材料であることが好ましい。

【0014】また、導電性探針の記録媒体との接触部がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボンで構成されたことが好ましい。

【0015】また、記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型であることが好ましい。

【0016】さらに、導電性探針が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成されていることが好ましい。

【0017】次に、本発明の第1の情報記録方法は、記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、導電型がP型の記録媒体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に前記導電性探針に正の電圧を、消去時には負の電圧を印加し、導電型がN型の記録媒体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に前記導電性探針に負の電圧を、消去時には正の電圧を印加することを特徴とする。

【0018】また、本発明に係る情報記録方法の第2の構成は、記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体

表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、導電型がP型の記録媒体を用いる場合には前記導電性探針に負の電圧を印加した状態で、前記導電性探針を記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ前記導電性探針に正の電圧を印加することによりデータ・ビットをオーバーライトし、導電型がN型の記録媒体を用いる場合には、前記導電性探針に正の電圧を印加した状態で、前記導電性探針を前記記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ前記導電性探針に、負の電圧を印加することによりデータ・ビットをオーバーライトすることを特徴とする。

【0019】また、本発明の情報記録方法の第1、第2の構成においては、記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型である前記記録媒体表面に、カンチレバー先端部に設けられた導電性探針を接触させた状態で、前記導電性探針と前記記録媒体との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録する情報記録方法であって、前記導電性探針と前記記録媒体との間に書き込み時と同じ極性の電圧を印加した状態で、前記導電性探針を前記記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、前記導電性探針と前記記録媒体との間に流れる電流を検出して、データ・ビットを再生することが好ましい。

【0020】また、アモルファス半導体薄膜材料が、硫黄(S)、セレン(Se)、テルル(Te)から選ばれる少なくとも1種類を含有しているカルコゲナイド系材料であることが好ましい。

【0021】また、導電性探針の記録媒体との接触部がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボンで構成されたことが好ましい。

【0022】さらに、導電性探針が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成されていることが好ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1) 以下、本発明の実施の形態1における情報記録装置及び情報記録方法について、図面を参照しながら説明する。

【0024】図1は本発明実施の形態1における情報記録装置の概略を示す断面図である。カンチレバー1の先端部に設けられた導電性探針2を、導電性基体3上に形成されたアモルファス半導体薄膜4とダイヤモンド薄膜5からなる記録媒体6の表面に接触させた状態で、前記導電性探針2と前記記録媒体6との間に電圧を印加して、データ・ビットを記録するというものである。

【0025】以下では、記録媒体と情報記録装置とに分

けて本実施の形態を説明する。まず記録媒体についてであるが、図1に示すように、円盤7(例えばA1等から形成されている)の上には導電性基体3(例えばAu等から形成されている)が形成されており、さらに導電性基体3の上には、アモルファス半導体材料である厚さ20nmのアモルファス状態のGeSb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>薄膜4と厚さ10nmのダイヤモンド薄膜5が形成されている。そして上記の導電性基体3とアモルファス半導体材料4およびダイヤモンド薄膜5により記録媒体6(10<sup>3</sup>Ωcm)を形成している。

【0026】一方情報記録装置についてであるが、記録媒体6に対向して配置されたカンチレバー1は、記録中又は再生中に導電性探針2が記録媒体6の記録面に衝突した場合に衝撃を緩和するために、Si薄膜等で作製されている。また、導電性探針2はカンチレバー1先端部に一体加工で形成され、導電性を高めるために厚さ100nmの金薄膜で被覆されている。上記のカンチレバー1は、X方向、Y方向及びZ方向に精密駆動可能なアクチュエータ8に取り付けられており、これにより、導電性探針2を記録媒体6の表面に沿って0.1nm以下の精度で移動させることができる。また、直流電圧電源9と、パルス電圧電源10と、これらの電圧を加算する電圧加算器11とにより、導電性探針2と記録媒体6との間に電圧を印加する構成となっている。なお、これらの回路には1MΩの保護抵抗12と、導電性探針2を流れる電流を検出するための電流増幅器13とが接続されている。

【0027】次に以下では、図1を参照しながら本実施の形態における情報の記録、再生方法について説明する。

【0028】導電性探針2は、アクチュエータ8によって記録媒体6の表面に小さな力で接触するように制御されながら、相対速度2mm/secで円盤7を回転させることにより記録媒体6表面上を移動する。導電性探針2が記録すべき位置に達した瞬間に、パルス電圧電源10によって+4V-10μsecのパルス電圧を発生させ導電性探針2に電圧を印加すると、記録媒体6のうちパルス電圧を印加した部分14は、抵抗値が低下して(10Ωcm)、これがデータ・ビットとして記録された。上記のように抵抗値が変化する理由は、媒体表面のエネルギーバンド構造が変化し、結果として電流が流れやすくなったためと考えられる。

【0029】今度は記録した情報の再生方法について説明する。記録部は抵抗値が未記録部と異なり、抵抗値が低くなっているため、この抵抗値の変化を電流値の変化として読み出すことにより記録された情報を読み出すことができる。具体的には、導電性探針2に電源9によって+1Vの直流電圧を印加し、記録媒体6の表面に接触させながら相対速度2mm/secで円盤7を回転させることにより記録媒体6表面を走査した。この時、探針

2を流れる電流を電流増幅器13を通して検出することにより、記録されたデータ・ビットを読み出すことができた。但し、この再生時の再生電圧は、記録媒体が抵抗値変化を起こさない程度の大きさである必要がある。本実施の形態の場合、書き込み可能な電圧（言い換えれば記録媒体の抵抗値に変化を与えることの可能な電圧）のしきい値は+3Vであった。したがって、それ以下の電圧を印加することにより、情報の読み出しを行う必要がある。この方法によって再生された記録部14の大きさは、直径が約20nmの円であった（なお、探針の先端の曲率半径は100nm程度である）。記録ビットがこの程度の大きさの場合には、1Tbit/in<sup>2</sup>程度の情報を記録することは十分可能である。また、この記録ビットの大きさは、導電性探針2と記録媒体6との接触面積に依存する。従って、先端曲率半径の小さい導電性探針を用いることにより、さらなる高密度化を図ることができる。

【0030】次に以下では、記録した情報の消去方法について説明する。上記した記録時と同様に導電性探針2を記録されたデータ・ビット上に移動し、導電性探針2を記録媒体6に接触させた状態で、-2V-10μsecのパルス電圧を印加すると、記録部の抵抗値が増加して記録前の抵抗値に戻り、結果としてデータ・ビットが消去できる。

【0031】上記の記録・再生・消去時には、導電性探針2は常に記録媒体6表面に接触しているために、記録媒体6表面の磨耗が問題となる。しかし、本実施の形態に示したように、記録媒体6表面にダイヤモンド薄膜5を形成することにより、磨耗による記録媒体の損傷は大きく改善された。アモルファス状態のGeSb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>薄膜4表面にダイヤモンド薄膜5を設けた場合と設けない場合の、磨耗量の力依存性を図2に示す。横軸が導電性探針-記録媒体間にかかる力、縦軸がその力で10回導電性探針を記録媒体表面を往復走査したときに、記録媒体が削られた深さを表している。実線がダイヤモンド薄膜がない場合、破線がダイヤモンド薄膜を設けた場合であり、ダイヤモンド薄膜により磨耗量が大きく低減することが確認された。

【0032】なお、ダイヤモンド薄膜の代わりにダイヤモンド状カーボンを用いても、ほぼ同様の効果が得られた。

【0033】また、本実施の形態では、導電性探針にAu蒸着したものをを用いたが、表面をダイヤモンドやダイヤモンド状カーボンで被覆した探針、あるいは全体をダイヤモンドやダイヤモンド状カーボンで形成した探針を用いれば、探針側の磨耗も改善することができた。

【0034】さらに、本実施の形態において、アモルファス半導体薄膜材料として用いたGe-Sb-Teの組成比はGeSb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>に限定されるものではなく、また、アモルファス半導体薄膜材料としてもGeSbTe

に限定されるものではない。従って、S、Se、及びTeから選ばれる少なくとも1種類を含んでいるカルコゲナイド系アモルファス半導体材料、例えば、GeTe、SiTe、GeTeSn、SbTe、SbSe、SnTe、PbTe、SbSe、BiSe、GeSe、InSbTeを用いることも可能で、さらに、アモルファスGe、アモルファスSiを用いても上記した本実施の形態のように情報を記録、再生、消去を行うことができる。

【0035】（実施の形態2）実施の形態2は、基本的には上記した実施の形態1における情報記録再生装置と構成が類似しているが、記録媒体の最表面のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜が、記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型であるという特徴を有する。

【0036】記録媒体を構成するダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を、アモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成することにより、書き込みのために必要とされる導電性探針への印加電圧を、異なる導電型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜とアモルファス半導体で構成した場合よりも低くすることができる。つまり、P型のアモルファス半導体に対してはP型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を被覆し、N型のアモルファス半導体に対してはN型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を被覆してやればよい。これは、ダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜とアモルファス材料薄膜との導電型を一致させることにより、アモルファス半導体薄膜への電子や正孔の注入がより低い電圧で行なわれるようになったためと考えられる。

【0037】次に情報を記録する際の具体的な方法についてであるが、導電型がP型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜およびアモルファス半導体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に探針に正の電圧を、消去時には負の電圧を印加することにより、それぞれ逆極性の電圧を印加する場合よりも再現性良く、かつ低電圧で書き込みおよび消去を行なうことができる。また、導電型がN型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜およびアモルファス半導体を用いる場合には、データ・ビットの書き込み時に導電性探針に負の電圧を、消去時には正の電圧を印加することにより、それぞれ逆極性の電圧を印加する場合よりも再現性良く、かつ低電圧で書き込みおよび消去を行なうことができる。この原因としては、書き込みはP型のアモルファス半導体ではP型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を用いることにより容易に正孔の注入が行なわれ、N型のアモルファス半導体ではN型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜により電子の注入が容易に行なわれるためと考えられる。

【0038】次に既に書き込まれた情報の上に、新しい情報を書き込むオーバーライトを行なう際の具体的な方法についてであるが、導電型がP型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜およびP型のアモルファス半導体を用いる場合には、導電性探針に負の電圧を印加した状態で、探針を記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ導電性探針に正の電圧を印加し、導電型がN型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜およびN型のアモルファス半導体を用いる場合には、導電性探針に正の電圧を印加した状態で、探針を記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、書き込み時にのみ前記導電性探針に、負の電圧を印加する。

【0039】なお、情報の読み出し（再生）は、導電性探針と記録媒体との間に書き込み時と同じ極性の電圧を印加した状態で、導電性探針を記録媒体表面に沿って相対的に移動させながら、導電性探針に流れる電流を検出することにより行なうことができる。

【0040】以下では詳細に本発明の形態を説明することとする。記録媒体は、図1に示すように円盤7の上には導電性基体3が形成されており、さらに導電性基体3の上には、厚さ20nmのP型のアモルファス状態の $\text{GeSb}_2\text{Te}_4$  薄膜4と厚さ10nmのダイヤモンド薄膜5が形成されている。ダイヤモンド薄膜5は、ほう素をイオン注入したP型導電性である。この記録媒体では、導電性探針に印加する電圧が $+3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧で記録、 $+0.5\text{V}$ の直流電圧で再生、 $-1\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧で消去が可能であった。

【0041】書き込み時に、記録媒体を構成するP型アモルファス半導体の代わりに金属や導電型がN型の半導体（例えばN型炭化珪素、N型Geなど）を用いると、書き込みされる電圧のしきい値は $+3.5\text{V}$ 程度に上昇してしまう。さらに、書き込み、読み出し、消去時においても、P型アモルファス半導体を用いた場合と比較して、それぞれの操作の再現性が低下し、書き込まれたビットの形状も不安定なものとなった。

【0042】一方、アモルファス半導体材料の導電型がN型、例えばN型Ge、N型Si、N型GeSeなどの場合には、N型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を用いることにより優れた書き込み、読み出し、消去特性が得られた。各種組合せの中でP型のアモルファス半導体材料とP型のダイヤモンド薄膜の組合せにおいて最も優れた特性が得られた。

【0043】ここで、情報記録速度（書き込み速度）について説明する。情報の記録速度を高めるためには、一般に印加するパルス電圧のパルス幅を短くしてやればよい。しかしながら、一方でパルス幅を短くするためにはパルス電圧の値そのものを大きくする必要性があり、あまりにもパルス電圧の値を高くすると、探針が損傷して

しまう。本発明では、上記したように、アモルファス半導体材料の導電型とダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜の導電型とを一致させることにより、アモルファス半導体薄膜への電子や正孔の注入を行うことのできる最低電圧を低下させることが可能となるため、たとえパルス幅を短くするためにパルス電圧の値を大きくしても根本的に記録を行う電圧が小さいため、探針が損傷するといった問題は生じず、結果的には情報記録の高速化と情報記録装置の耐久性の向上とを同時に達成することができる。

【0044】次に以下では図1を参照しながら、記録された情報のオーバーライト操作について説明する。導電性探針2には、予め直流電圧電源9によって $-1\text{V}$ の直流電圧が印加されている。上記のように負の電圧を印加した状態で、記録媒体6の表面に探針を接触させながら、 $2\text{mm}/\text{sec}$ の速度で走査すると、 $+3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧印加で記録されたデータ・ビットはすべて消去される。

【0045】導電性探針2がオーバーライト情報を記録すべき位置に達した瞬間に、パルス電圧電源10によって $+4\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧を発生させ、電圧加算器11を通して導電性探針2に $+3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧を印加する。上記の操作により、記録媒体6のうちパルス電圧を印加した部分14は、抵抗値が低下して、これがデータ・ビットとして記録される。より詳細に説明すると、予め抵抗値が高い状態で記録されていた領域は上記の $+3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧の印加により抵抗値が低下し、予め抵抗値が低い状態で記録されていた領域は $+3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧の印加により記録媒体の状態は変化しないものの、抵抗値が低い状態が保持される結果となる。

【0046】以上の操作により、以前に記録されたデータ・ビットを消去しながら、新たなデータ・ビット14を記録する、いわゆるオーバーライト操作を、1本の導電性探針2で行うことが可能となった。

【0047】また、アモルファス半導体薄膜材料としてN型半導体を用い、N型のダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜を用いた場合は、導電性探針2に $+1\text{V}$ の直流電圧を印加した状態で導電性探針2を移動させて、記録された以前のデータ・ビットを消去しながら、導電性探針2が記録すべき位置に達した瞬間に、電源10によって $-4\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧を発生させ、電圧加算器11を通して導電性探針2に $-3\text{V}-10\mu\text{sec}$ のパルス電圧を印加することにより、新たなデータ・ビットを記録することができた。

【0048】オーバーライト操作においてもアモルファス半導体とダイヤモンド薄膜あるいはダイヤモンド状カーボン薄膜の導電型が異なる場合には書き込み電圧が上昇したり、再現性が不十分な場合があり、優れた特性が得られなかった。



【0049】なお、前記実施の形態において、探針材料を記録媒体を構成するアモルファス半導体薄膜と同じ導電型の半導体で構成することにより、さらに記録電圧を低下させることができ、記録速度の高速化も可能であった。各種組合せの中でP型のアモルファス半導体材料とP型のダイヤモンド探針の組合せにおいて最も優れた特性が得られた。

【0050】

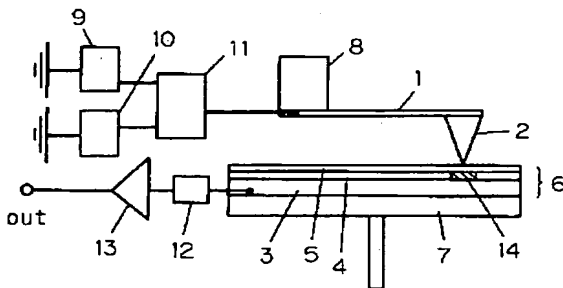
【発明の効果】以上説明したように、本発明の構成によれば、導電性探針走査中に記録媒体表面が磨耗により損傷を受けることがなくなり、また、書き込みや消去に必要な電圧を低減させることができる。その結果超高密度メモリー装置としての安定性、信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における情報記録装置の構成断面図

【図1】

- 1 カンチレバー
- 2 導電性探針
- 3 導電性基体
- 4 アモルファス半導体薄膜
- 5 ダイヤモンド薄膜
- 6 記録媒体
- 7 円盤
- 8 アクチュエータ
- 9 電流電圧電源
- 10 パルス電圧電源
- 11 電圧加算器
- 12 保護抵抗
- 13 電流増幅器
- 14 記録部

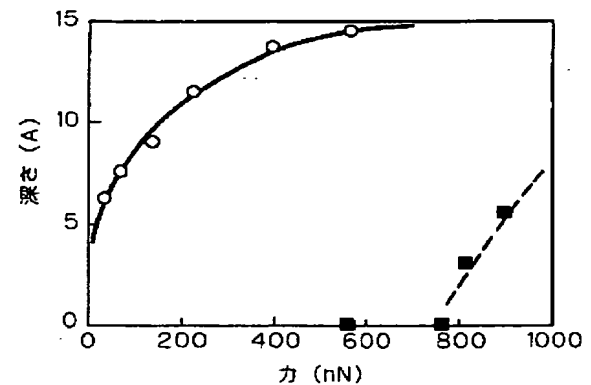


【図2】本発明の実施の形態における磨耗量の力依存性を表した図

【符号の説明】

- 1 カンチレバー
- 2 導電性探針
- 3 導電性基体
- 4 アモルファス半導体薄膜
- 5 ダイヤモンド薄膜
- 6 記録媒体
- 7 円盤
- 8 アクチュエータ
- 9 直流電圧電源
- 10 パルス電圧電源
- 11 電圧加算器
- 12 保護抵抗
- 13 電流増幅器
- 14 記録されたデータ・ビット

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 榊間 博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

This Page Blank (cc)

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-112083

(43)Date of publication of application : 28.04.1998

(51)Int.Cl.

G11B 9/00  
G01N 37/00  
G11B 9/04

(21)Application number : 08-265895

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 07.10.1996

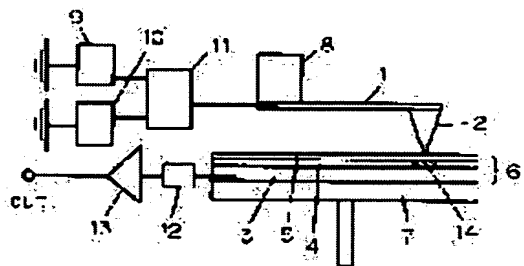
(72)Inventor : KADO HIROYUKI  
KUSUMOTO OSAMU  
YOKOYAMA KAZUO  
SAKAKIMA HIROSHI

## (54) INFORMATION RECORDER AND INFORMATION RECORDING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform recording at very high density and high write speed, to reduce the abrasions of a recording medium and a probe and to enhance durability by making the upper-most surface of an information recording medium a diamond thin film or a diamond like carbon thin film and using an AFM technology.

**SOLUTION:** A conductive probe 2 is provided at the top end of a cantilever 1 to be brought into contact with the surface of a recording medium 6 which is constituted by providing an amorphous semiconductor thin film 4 and a diamond thin film 5 on a conductive base 3. In this state, data are recorded by impressing a voltage in between the conductive probe 2 and the diamond thin film 5 of the surface of the recording medium 6. Consequently, the damage of the recording medium 6 due to the abrasion is remarkably improved. Moreover, the abrasion of the probe side is also improved by forming the surface or the whole of the conductive probe 2 with diamond or diamond like carbon.



## LEGAL STATUS

This Page Blank (uspto)

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



This Page Blank (uspto)

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The information recording device which is an information recording device which impresses an electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and records a data bit where the conductive probe prepared in the cantilever point is contacted on a record-medium front face, and is characterized by the maximum front face of said record medium consisting of a diamond thin film or a diamond-like carbon thin film.

[Claim 2] The information recording device according to claim 1 characterized by being the configuration in which the record medium contained the amorphous semiconductor thin film.

[Claim 3] The information recording device according to claim 2 characterized by being the chalcogenide type ingredient with which the amorphous semiconductor thin film material contains at least one kind chosen from sulfur (S), a selenium (Se), and a tellurium (Te).

[Claim 4] The information recording device according to claim 1 characterized by the contact section with the record medium of a conductive probe consisting of diamond or diamond-like carbon.

[Claim 5] The information recording device according to claim 2 characterized by being the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with same diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or diamond-like carbon thin film.

[Claim 6] The information recording device according to claim 5 characterized by consisting of semi-conductors of the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with the same conductive probe.

[Claim 7] The diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted When it is the information record approach which impresses an electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and records a data bit and a conductivity type uses the record medium of P type The information record approach characterized by impressing a forward electrical potential difference for a negative electrical potential difference at the time of elimination at said conductive probe at the time of the writing of a data bit when a negative electrical potential difference is impressed to said conductive probe for a forward electrical potential difference at the time of elimination and a conductivity type uses the record medium of N type at the time of the writing of a data bit.

[Claim 8] The diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted When it is the information record approach which records a data bit and a conductivity type uses the record medium of P type, where it impressed the electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and a negative electrical potential difference is impressed to said conductive probe The over-write [ moving said conductive probe relatively along a record-medium front face / a data bit ] by impressing a forward electrical potential difference to said conductive probe only at the time of writing When a conductivity type uses the record medium of N type, where a forward electrical potential difference is impressed to said conductive probe The information record approach

This Page Blank (uspl.)



characterized by the over-write [ a data bit ] by impressing a negative electrical potential difference at said conductive probe only at the time of writing while moving said conductive probe relatively along said record-medium front face.

[Claim 9] The diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted Where it impressed the electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and it is the information record approach which records a data bit, it wrote in between said conductive probes and said record media and the same polar electrical potential difference as the time is impressed The information record approach according to claim 7 or 8 characterized by detecting the current which flows between said conductive probes and said record media, and reproducing a data bit, moving said conductive probe relatively along said record-medium front face.

[Claim 10] The information record approach according to claim 7 or 8 characterized by being the chalcogenide type ingredient with which the amorphous semiconductor thin film material contains at least one kind chosen from sulfur (S), a selenium (Se), and a tellurium (Te).

[Claim 11] The information record approach according to claim 7 or 8 characterized by the contact section with the record medium of a conductive probe consisting of diamond or diamond-like carbon.

[Claim 12] The information record approach according to claim 7 or 8 characterized by consisting of semi-conductors of the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with the same conductive probe.

---

[Translation done.]



This Page Blank (uspte)

This Page Blank (uspte)

This Page Blank (uspte)

This Page Blank (uspte)

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the information record approach using the information recording device and it adapting an atomic force microscope ("AFM" call below) technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an example of representation of current and the record approach of the information put in practical use, four kinds of approaches shown below are mentioned.

[0003] The magnetization direction of ferromagnetic particles, such as a magnetic tape and a magnetic disk, is changed [ 1st ] first. Or the magnetic-recording approach of performing informational record and playback by detecting, The optical recording approach of taking up the pit formed [ 2nd ] on disks, such as an optical disk, using laser light, Laser light and an external magnetic field are used for the optical MAG film which has [ 3rd ] the magneto-optical effects, such as a magnetic Kerr effect and the Faraday effect. Record, It is the phase change record approach of controlling the reproduced magneto-optic-recording approach, and the 4th crystal phase and an amorphous phase by heat energy of laser light, and detecting the difference in the refractive index between them with laser light.

[0004] Although all of four kinds of above-mentioned record techniques aim at improvement in recording density, all have the limitation theoretically about improvement in recording density. For example, in order to record using the magnetization condition of a magnetic material in the case of the magnetic-recording approach which is the 1st approach, there is a limitation in recording density from the balance of micrifying of a magnetic domain, and feeble-izing of a detecting signal. Moreover, in the case of the optical recording approach which is the 2nd approach, although the diameter of a pit which can be recorded and reproduced is dependent on the diameter of a condensing spot of laser light, this diameter of a spot is restricted by the wavelength of laser light. Furthermore, in order to record using laser light also about the magneto-optic-recording approach and the phase change record approach of being the 3rd and 4th approaches, since it is the same as that of the 2nd above-mentioned approach, there is a limitation.

[0005] In order to solve the technical problem to the above densification of record, the super-high density record approach of having applied scan mold probe microscope (henceforth "SPM") techniques, such as a scanning tunneling microscope (henceforth "STM") and AFM, is proposed in recent years. This records information by producing change in the shape of [ of a record medium ] surface type, or giving change to a surface physical property.

[0006] Change is produced in the shape of [ of a record medium ] surface type by the above-mentioned STM, or three kinds of approaches as shown below are proposed as an approach of giving change to a surface physical property. It is the electric approach of 1st changing a surface state first using the heat energy of a current which impresses an electrical potential difference between the electric-field evaporation method which is made generating strong electric field between the mechanical processing method which forces a probe on a record medium directly, and the 2nd probe and a substrate, is made depositing a probe ingredient on a record-medium front face, or removes the matter from a record-medium front face, and the 3rd probe and a record medium, and flows etc. Moreover, also in the record approach using AFM, the same proposal as the case of STM is made.

This Page Blank (uspto)

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The electric record approach using STM first described above is promising at the point which may be able to raise recording density to two or more 1 Tb/in.

[0008] however, in order to carry out reading appearance and to enlarge a rate, since it is necessary to control a probe by high degree of accuracy at a high speed in the writing of a signal, and the location separated from the record-medium front face to the order of nm, there are many problems in respect of utilization. Moreover, since the probe and the record medium are separated at the time of record, it is necessary to impress a comparatively big electrical potential difference, and there is a trouble of being easy to damage a probe. Furthermore, since it is contained in the tunnel current by which the information on the irregularity of the front face which exists in a record-medium front face primarily is detected when detecting tunnel current and reproducing the surface state changed by the electric approach, the complicated actuation and the equipment which separate such information are needed.

[0009] On the other hand, although recording density may be able to be raised to two or more 1 Tb/in also in the electric record approach using AFM and it is promising, since the record medium touches the probe, there are a record medium, wear of a probe, and a trouble that a probe will be damaged if write-in pulse width is made small and a pulse voltage is made high in order to make drawing speed quick.

[0010] Then, in order that this invention may solve the technical problem in the above-mentioned conventional technique, it applies an AFM technique, and drawing speed is quick at super-high density, and it aims at offering the information record approach used for the information recording device and it wear of a record medium or a probe excelled [ it ] in endurance few.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the information recording apparatus of this invention is an information recording apparatus which impresses an electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and records a data bit where the conductive probe prepared in the cantilever point is contacted on a record-medium front face, and the maximum front face of said record medium consists of a diamond thin film or a diamond-like carbon thin film.

[0012] Moreover, in the information recording device of this invention, it is desirable that it is the configuration in which the record medium contained the amorphous semiconductor thin film.

[0013] Moreover, it is desirable that it is the chalcogenide type ingredient with which the amorphous semiconductor thin film material contains at least one kind chosen from sulfur (S), a selenium (Se), and a tellurium (Te).

[0014] Moreover, it is desirable that the contact section with the record medium of a conductive probe consisted of diamond or diamond-like carbon.

[0015] Moreover, it is desirable that it is the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with same diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or diamond-like carbon thin film.

[0016] Furthermore, it is desirable to consist of semi-conductors of the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with the same conductive probe.

[0017] The 1st information record approach of this invention next, the diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted When it is the information record approach which impresses an electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and records a data bit and a conductivity type uses the record medium of P type When a negative electrical potential difference is impressed to said conductive probe for a forward electrical potential difference at the time of elimination and a conductivity type uses the record medium of N type at the time of the writing of a data bit, it is characterized by impressing a forward electrical potential difference for a negative electrical potential difference at said conductive probe at the time of elimination at the time of the writing of a data bit.

This Page Blank (uspto)

[0018] Moreover, the 2nd configuration of the information record approach concerning this invention The diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted When it is the information record approach which records a data bit and a conductivity type uses the record medium of P type, where it impressed the electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and a negative electrical potential difference is impressed to said conductive probe The over-write [ moving said conductive probe relatively along a record-medium front face / a data bit ] by impressing a forward electrical potential difference to said conductive probe only at the time of writing When a conductivity type uses the record medium of N type, where a forward electrical potential difference is impressed to said conductive probe It is characterized by the over-write [ a data bit ] by impressing a negative electrical potential difference at said conductive probe only at the time of writing, moving said conductive probe relatively along said record-medium front face.

[0019] Moreover, it sets in the 1st and 2nd configuration of the information record approach of this invention. The diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or a diamond-like carbon thin film Where the conductive probe prepared in said record-medium front face which is the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium at the cantilever point is contacted Where it impressed the electrical potential difference between said conductive probes and said record media, and it is the information record approach which records a data bit, it wrote in between said conductive probes and said record media and the same polar electrical potential difference as the time is impressed It is desirable to detect the current which flows between said conductive probes and said record media, and to reproduce a data bit, moving said conductive probe relatively along said record-medium front face.

[0020] Moreover, it is desirable that it is the chalcogenide type ingredient with which the amorphous semiconductor thin film material contains at least one kind chosen from sulfur (S), a selenium (Se), and a tellurium (Te).

[0021] Moreover, it is desirable that the contact section with the record medium of a conductive probe consisted of diamond or diamond-like carbon.

[0022] Furthermore, it is desirable to consist of semi-conductors of the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with the same conductive probe.

[0023]

[Embodiment of the Invention]

(Gestalt 1 of operation) The information recording device and the information record approach in a gestalt 1 of operation of this invention are explained hereafter, referring to a drawing.

[0024] Drawing 1 is the sectional view showing the outline of the information recording device in the gestalt 1 of this invention operation. It is in the condition of having contacted the conductive probe 2 prepared in the point of a cantilever 1 on the front face of the record medium 6 which consists of an amorphous semiconductor thin film 4 formed on the conductive base 3, and a diamond thin film 5, and an electrical potential difference is impressed between said conductive probes 2 and said record media 6, and a data bit is recorded.

[0025] Below, it divides into a record medium and an information recording device, and the gestalt of this operation is explained.  $\text{GeSb}_2\text{Te}_4$  of an amorphous condition with a thickness of 20nm which the conductive base 3 (for example, formed from Au etc.) is formed on the disc 7 (for example, formed from aluminum etc.), and is an amorphous semiconductor ingredient on the conductive base 3 further as shown in drawing 1 although it is about a record medium first The thin film 4 and the diamond thin film 5 with a thickness of 10nm are formed. And the record medium 6 (103-ohmcm) is formed with the conductive base 3, the above-mentioned amorphous semiconductor ingredient 4, and the above-mentioned diamond thin film 5.

[0026] On the other hand, although it is about an information recording apparatus, the cantilever 1 which countered the record medium 6 and has been arranged is produced with Si thin film etc., in order to ease an impact, when the conductive probe 2 collides with the recording surface of a record medium 6 during record or playback. Moreover, the conductive probe 2 is really formed in cantilever

This Page Blank (uspto)



1 point by processing, and in order to raise conductivity, it is covered with the golden thin film with a thickness of 100nm. The above-mentioned cantilever 1 is attached in the direction of X, the direction of Y, and the Z direction at the actuator 8 in which precision actuation is possible, and, thereby, can move the conductive probe 2 in the precision of 0.1nm or less along the front face of a record medium 6. Moreover, it has the composition of impressing an electrical potential difference between the conductive probe 2 and a record medium 6, with the direct-current-voltage power source 9, the pulse-voltage power source 10, and the electrical-potential-difference adder 11 adding these electrical potential differences. In addition, the 1-M ohm protective resistance 12 and the current amplifier 13 for detecting the current which flows the conductive probe 2 are connected to these circuits.

[0027] Next, below, record of the information in the gestalt of this operation and the playback approach are explained, referring to drawing 1.

[0028] The conductive probe 2 moves by rotating a disc 7 by relative-velocity 2 mm/sec in a record-medium 6 front-face top, being controlled to contact the front face of a record medium 6 by the small force with an actuator 8. When the pulse voltage of +4V-10microsec was generated and the electrical potential difference was impressed to the conductive probe 2 according to the pulse-voltage power source 10 at the flash which arrived at the location which the conductive probe 2 should record, resistance fell (10-ohmcm) and, as for the part 14 which impressed the pulse voltage among record media 6, this was recorded as a data bit. The energy band structure on the front face of a medium changes, and the reason resistance changes as mentioned above is considered for a current to become easy to flow as a result.

[0029] The playback approach of the recorded information is explained shortly. Since resistance is [ resistance ] low unlike the non-Records Department, the Records Department can read the information recorded by reading this resistance value change as a current value change. The direct current voltage of +1V was impressed to the conductive probe 2 according to the power source 9, and specifically, record-medium 6 front face was scanned by rotating a disc 7 by relative-velocity 2 mm/sec, making the front face of a record medium 6 contact. At this time, the recorded data bit was able to be read by detecting the current which flows a probe 2 through a current amplifier 13. However, the playback electrical potential difference at the time of this playback needs to be the magnitude of extent from which a record medium does not start a change in resistance. In the case of the gestalt of this operation, the threshold of the electrical potential difference (possible electrical potential difference of in other words giving change to the resistance of a record medium) which can be written in was +3V. Therefore, it is necessary to read information by impressing the electrical potential difference not more than it. The magnitude of the Records Department 14 reproduced by this approach was a circle whose diameter is about 20nm (in addition, the radius of curvature at the head of a probe is about 100nm). In the case of magnitude with a record bit of this level, it is 1 Tbit/in<sup>2</sup>. It is possible enough to record the information on extent. Moreover, it depends for the magnitude of this record bit on the touch area of the conductive probe 2 and a record medium 6. Therefore, further densification can be attained by using a conductive probe with small head radius of curvature.

[0030] Next, below, the elimination approach of the recorded information is explained. It moves onto the data bit which had the conductive probe 2 recorded like the time of the above-mentioned record, and where the conductive probe 2 is contacted to a record medium 6, if the pulse voltage of -2V-10microsec is impressed, the resistance of the Records Department increases and a data bit can be eliminated as return and a result to the resistance before record.

[0031] At the time of above-mentioned record, playback, and elimination, since the conductive probe 2 always touches record-medium 6 front face, wear of record-medium 6 front face poses a problem. However, as shown in the gestalt of this operation, the breakage on the record medium by wear has improved greatly by forming the diamond thin film 5 in record-medium 6 front face. GeSb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub> of an amorphous condition The force dependency of the amount of wear when not preparing with the case where the diamond thin film 5 is formed in thin film 4 front face is shown in drawing 2. When the force which requires an axis of abscissa between conductive probe-record media, and an axis of ordinate carry out the both-way scan of the record-medium front face for a conductive probe 10 times by the force, the depth from which the record medium was deleted is expressed. When a

*This Page Blank (uspto)*

diamond thin film did not have a continuous line, it is the case where a broken line prepares a diamond thin film, and it was checked that the amount of wear decreases greatly with a diamond thin film.

[0032] In addition, even if it used diamond-like carbon instead of the diamond thin film, the almost same effectiveness was acquired.

[0033] Moreover, although what carried out Au vacuum evaporation was used for the conductive probe with the gestalt of this operation, if the probe which covered the front face with a diamond or diamond-like carbon, or the probe which formed the whole with a diamond or diamond-like carbon was used, the wear by the side of a probe is also improvable.

[0034] Furthermore, the presentation ratio of germanium-Sb-Te used as an amorphous semiconductor thin film material in the gestalt of this operation is  $\text{GeSb}_2\text{Te}_4$ . It is not limited and is not limited to  $\text{GeSbTe}$  as an amorphous semiconductor thin film material. Therefore, it is also possible to use a chalcogenide type amorphous semiconductor ingredient including at least one kind chosen from S, Se, and Te, for example,  $\text{GeTe}$ ,  $\text{SiTe}$ ,  $\text{GeTeSn}$ ,  $\text{SbTe}$ ,  $\text{SbSe}$ ,  $\text{SnTe}$ ,  $\text{PbTe}$ ,  $\text{SbSe}$ ,  $\text{BiSe}$ ,  $\text{GeSe}$ , and  $\text{InSbTe}$ , and record, playback, and elimination can be further performed for information like the gestalt of this operation described above even if it used amorphous germanium and an amorphous silicon.

[0035] (Gestalt 2 of operation) Fundamentally, the gestalt 2 of operation has the description of being the conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium with same diamond thin film on the front face of the maximum of a record medium or diamond-like carbon thin film, although the information record regenerative apparatus and configuration in a gestalt 1 of the above-mentioned operation are similar.

[0036] It can be made lower than the case where the applied voltage to the conductive probe needed for writing is constituted from the diamond thin film or the different diamond-like carbon thin film, and different amorphous semiconductor of a conductivity type, by constituting the diamond thin film or diamond-like carbon thin film which constitutes a record medium from a semi-conductor of the same conductivity type as an amorphous semiconductor thin film. That is, what is necessary is to cover the diamond thin film of P type, or a diamond-like carbon thin film to the amorphous semiconductor of P type, and just to cover the diamond thin film of N type, or a diamond-like carbon thin film to the amorphous semiconductor of N type. This is considered because the electron to an amorphous semiconductor thin film and impregnation of an electron hole came to be performed on a lower electrical potential difference by making in agreement the conductivity type of a diamond thin film or a diamond-like carbon thin film, and an amorphous material thin film.

[0037] Next, although it is about the concrete approach at the time of recording information, when a conductivity type uses the diamond thin film or diamond-like carbon thin film, and amorphous semiconductor of P type, by impressing a negative electrical potential difference to a probe for a forward electrical potential difference at the time of elimination, repeatability is better than the case where the electrical potential difference of reversed polarity is impressed, respectively, at the time of the writing of a data bit, and writing and elimination can be performed by the low battery at it. Moreover, when a conductivity type uses the diamond thin film or diamond-like carbon thin film, and amorphous semiconductor of N type, by impressing a forward electrical potential difference to a conductive probe for a negative electrical potential difference at the time of elimination, repeatability is better than the case where the electrical potential difference of reversed polarity is impressed, respectively, at the time of the writing of a data bit, and writing and elimination can be performed by the low battery at it. As this cause, by using the diamond thin film of P type, or a diamond-like carbon thin film, impregnation of an electron hole is performed easily and writing is considered because impregnation of an electron is easily performed by the diamond thin film of N type, or the diamond-like carbon thin film with the amorphous semiconductor of N type with the amorphous semiconductor of P type.

[0038] Next, although it is about the concrete approach at the time of performing over-writing which writes in new information on the already written-in information When a conductivity type uses the diamond thin film of P type or a diamond-like carbon thin film, and the amorphous semiconductor of P type Moving a probe to a conductive probe relatively along a record-medium front face, where a negative electrical potential difference is impressed When a forward electrical potential difference is

This Page Blank (uspto)

impressed to a conductive probe and a conductivity type uses the diamond thin film of N type or a diamond-like carbon thin film, and the amorphous semiconductor of N type only at the time of writing A negative electrical potential difference is impressed to said conductive probe only at the time of writing, moving a probe to a conductive probe relatively along a record-medium front face, where a forward electrical potential difference is impressed.

[0039] In addition, read-out (playback) of information is in the condition which wrote in between the conductive probe and the record medium and impressed the same polar electrical potential difference as the time, and it can be performed by detecting the current which flows to a conductive probe, moving a conductive probe relatively along a record-medium front face.

[0040] Below, suppose that the gestalt of this invention is explained to a detail. As shown in drawing 1, the conductive base 3 is formed on the disc 7, and a record medium is GeSb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub> of the amorphous condition of P type with a thickness of 20nm on the conductive base 3 further. The thin film 4 and the diamond thin film 5 with a thickness of 10nm are formed. The diamond thin film 5 is the P type conductivity which carried out the ion implantation of the boron. The electrical potential difference impressed to a conductive probe in this record medium was able to eliminate with record and the direct current voltage of +0.5V with the pulse voltage of +3V-10microsec at the pulse voltage of playback and -1V-10microsec.

[0041] If a metal and a conductivity type use the semi-conductors (for example, N type silicon carbide, N type germanium, etc.) of N type instead of the P type amorphous semiconductor which constitutes a record medium at the time of writing, the threshold of the electrical potential difference written in will rise to about +3.5V. Furthermore, it wrote in and the configuration of a bit where the repeatability of each actuation fell and was written in also became unstable as compared with the case where a P type amorphous semiconductor is used at the time of read-out and elimination.

[0042] The writing in which the conductivity type of an amorphous semiconductor ingredient was excellent on the other hand by using the diamond thin film of N type or a diamond-like carbon thin film in N type, for example, N type germanium, N type Si, N type GeSe, etc., read-out, and an elimination property are acquired, and it is \*\*. The property which was most excellent in the amorphous semiconductor ingredient of P type and the combination of the diamond thin film of P type in various combination was acquired.

[0043] Here, an information recording rate (drawing speed) is explained. What is necessary is just to shorten pulse width of the pulse voltage generally impressed, in order to raise an informational recording rate. However, a probe will be damaged, if there is the need of enlarging the value of a pulse voltage itself and the value of a pulse voltage is made high too much, in order to shorten pulse width by one side. In this invention, as described above, by making in agreement the conductivity type of the conductivity type of an amorphous semiconductor ingredient, a diamond thin film, or a diamond-like carbon thin film Since it becomes possible to reduce the minimum electrical potential difference which can perform the electron to an amorphous semiconductor thin film, and impregnation of an electron hole, Since the electrical potential difference which records fundamentally is small even if it enlarges the value of a pulse voltage, in order to shorten pulse width even if, it is not generated but the trouble that a probe is damaged can attain simultaneously improvement in the speed of information record, and improvement in the endurance of an information recording device as a result.

[0044] Next, below, over-writing actuation of the recorded information is explained, referring to drawing 1. The direct current voltage of -1V is beforehand impressed to the conductive probe 2 according to the direct-current-voltage power source 9. If it scans at the rate of 2 mm/sec, contacting a probe on the front face of a record medium 6 where a negative electrical potential difference is impressed as mentioned above, all the data bits recorded by pulse-voltage impression of +3V-10microsec will be eliminated.

[0045] According to the pulse-voltage power source 10, the conductive probe 2 generates the pulse voltage of +4V-10microsec, and impresses the pulse voltage of +3V-10microsec to the conductive probe 2 through the electrical-potential-difference adder 11 at the flash which arrived at the location which should record over-writing information. Resistance falls and, as for the part 14 which impressed the pulse voltage among record media 6, this is recorded as a data bit by the above-mentioned actuation. If it explains to a detail more, by impression of the pulse voltage of +3V-

is Page Blank (uspto)

10microsec of the above [ the field currently beforehand recorded in the condition that resistance is high ], resistance falls, and the field where resistance was beforehand recorded in the low condition will bring a result by which the condition that resistance is low is held, although the condition of a record medium does not change with impression of the pulse voltage of +3V-10microsec.

[0046] It became possible to perform the so-called over-writing actuation which records the new data bit 14 by one conductive probe 2, eliminating the data bit recorded before by the above actuation.

[0047] Moreover, when the diamond thin film of N type or a diamond-like carbon thin film is used, using an N-type semiconductor as an amorphous semiconductor thin film material Eliminating the earlier data bit which was made to move the conductive probe 2 to the conductive probe 2, and was recorded on it where the direct current voltage of +1V is impressed A new data bit was recordable by generating the pulse voltage of -4V-10microsec, and impressing the pulse voltage of -3V-10microsec to the conductive probe 2 through the electrical-potential-difference adder 11 at the flash which arrived at the location which the conductive probe 2 should record according to a power source 10.

[0048] When the conductivity types of an amorphous semiconductor, a diamond thin film, or a diamond-like carbon thin film differed also in over-writing actuation, it wrote in, and an electrical potential difference did not rise and the property which may be inadequate and was excellent was not acquired. [ of repeatability ]

[0049] In addition, in the gestalt of said operation, by constituting a probe ingredient from a semiconductor of the same conductivity type as the amorphous semiconductor thin film which constitutes a record medium, the record electrical potential difference could be reduced further and improvement in the speed of a recording rate was also possible. The property which was most excellent in the amorphous semiconductor ingredient of P type and the combination of the diamond probe of P type in various combination was acquired.

[0050]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the configuration of this invention, it can be lost that a record-medium front face receives breakage by wear during a conductive probe scan, and an electrical potential difference required for writing or elimination can be reduced. As a result, the stability as a super-high density memory apparatus and dependability can be raised.

---

[Translation done.]

This Page Blank (uspte)



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The configuration sectional view of the information recording device in the gestalt of operation of this invention

[Drawing 2] Drawing showing the force dependency of the amount of wear in the gestalt of operation of this invention

[Description of Notations]

- 1 Cantilever
- 2 Conductive Probe
- 3 Conductive Base
- 4 Amorphous Semiconductor Thin Film
- 5 Diamond Thin Film
- 6 Record Medium
- 7 Disc
- 8 Actuator
- 9 Direct-Current-Voltage Power Source
- 10 Pulse-Voltage Power Source
- 11 Electrical-Potential-Difference Adder
- 12 Protective Resistance
- 13 Current Amplifier
- 14 Recorded Data Bit

---

[Translation done.]

This Page Blank (uspto)

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

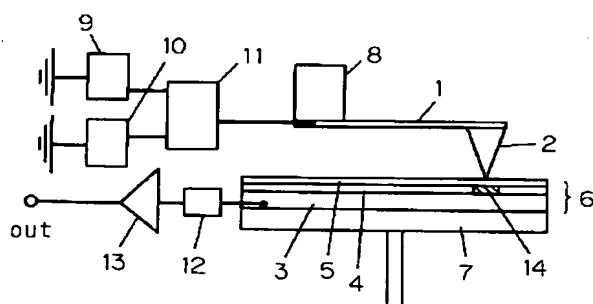
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

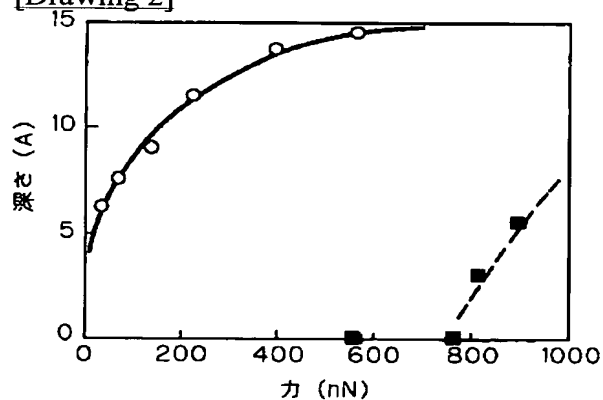
## DRAWINGS

[Drawing 1]

- 1 カンチレバー
- 2 導電性探針
- 3 導電性基体
- 4 アモルファス半導体薄膜
- 5 ダイヤモンド薄膜
- 6 記録媒体
- 7 円盤
- 8 アクチュエータ
- 9 電流電圧電源
- 10 パルス電圧電源
- 11 電圧加算器
- 12 保護抵抗
- 13 電流増幅器
- 14 記録部



[Drawing 2]



[Translation done.]

This Page Blank (uspto)